

BIDANG ILMU: REKAYASA

**LAPORAN AKHIR
PENELITIAN HIBAH BERSAING**

010/LIT-DIKTI/2014



Tahun ke 2 dari 2 tahun

**PENINGKATAN DURABILITAS PERMUKAAN
BETON DENGAN LARUTAN ALKALI**

TIM PENELITI:

Antoni, ST, M.Eng, Ph.D (NIDN: 0721067601)
Prof Dr. Ir. Djwantoro Hardjito, M.Eng (NIDN: 0810126001)
Effendy Tanojo, ST, M.Eng. (NIDN: 0729077701)

UNIVERSITAS KRISTEN PETRA
SURABAYA
November 2014

Dibiayai KOPERTIS wilayah VII Jawa Timur sesuai DIPA Kopertis No.
023.04.2.415015/2014 tanggal 5 Desember 2013

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : PENINGKATAN DURABILITAS PERMUKAAN
BETON DENGAN LARUTAN ALKALI

Peneliti/Pelaksana

a. Nama Lengkap : Antoni, ST, M.Eng., Ph.D
d. NIDN : 0721067601
e. Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
g. Program Studi : Teknik Sipil
j. Nomor HP : 081931073728
k. Alamat Surel : antoni@petra.ac.id

Anggota (1)

a. Nama Lengkap : Prof. Dr. Ir. Djwantoro Hardjito, M.Eng.
b. NIDN : 0810126001
c. Perguruan Tinggi : Universitas Kristen Petra Surabaya

Anggota (2)

a. Nama Lengkap : Effendy Tanojo, ST, M.Eng
b. NIDN : 0729077701
c. Perguruan Tinggi : Universitas Kristen Petra Surabaya

Institusi Mitra (jika ada)

Nama Institusi Mitra : -
Alamat : -
Penanggung Jawab : -

Tahun Pelaksanaan : Tahun ke 2 dari rencana 2 tahun
Biaya tahun berjalan : Rp. 48.140.000,-
Biaya keseluruhan : Rp. 95.390.000,-

Mengetahui,
Dekan FTSP

Timoficin Kwanda, B.Sc., MRP., Ph.D
NIP/NIDN.88-022/0703045803



Surabaya, 30 Oktober 2014
Ketua Peneliti,

Antoni, ST, M.Eng., Ph.D
NIP/NIDN. 05-014/0721067601

Menyetujui,
Kepala LPPM – UK PETRA .



Dr. Juliana Anggono, S.T., M.Sc.
NIP/NIDN : 94-016/0718056801

ABSTRAK

Durabilitas beton merupakan karakteristik penting yang perlu diperhatikan, terlebih dengan tuntutan untuk mempraktekkan konsep pembangunan yang berkelanjutan (*sustainable development*). Tidak jarang beton yang direncanakan untuk masa layan 50 tahun atau lebih sudah harus memerlukan perbaikan besar-besaran di usia tak lebih dari 20 tahun. Penelitian ini menitikberatkan pada upaya meningkatkan durabilitas atau keawetan beton melalui peningkatan durabilitas permukaannya. Permukaan beton yang sudah ditingkatkan durabilitasnya diharapkan nantinya berfungsi sebagai lapisan pelindung (*coating*) bagi beton.

Teknik yang akan dikembangkan dan dipelajari dalam penelitian ini berbeda dari teknik-teknik yang selama ini umum digunakan. Teknik baru ini mengadopsi teknologi pembuatan beton geopolimer yang sukses menghasilkan beton dengan tingkat durabilitas tinggi. Dalam pembuatan beton geopolimer, unsur unsur SiO_2 dan Al_2O_3 dari material bahan baku direaksikan dengan larutan alkali melalui proses polimerisasi menjadi bahan perekat beton pengganti semen. Material bahan baku dapat berupa tanah liat, abu terbang (*fly ash*) dll. Beton yang dicampur dengan *fly ash* akan mengalami proses perkembangan kekuatan yang sedikit lambat dibanding dengan beton tanpa *fly ash* karena lebih lambatnya proses posolan *fly ash*, walau di kemudian hari kekuatannya akan terus berkembang. 'Kelemahan' beton ber kandungan *fly ash* ini yang akan dimanfaatkan untuk meningkatkan durabilitasnya, dikombinasikan dengan teknologi pembuatan beton geopolimer, melalui penyaputan larutan alkali pada beton muda. Larutan alkali yang disaputkan pada permukaan beton muda yang baru dilepaskan dari bekesting diharapkan bereaksi dengan SiO_2 dan Al_2O_3 dari *fly ash* yang belum sempat bereaksi akibat dari lambatnya reaksi posolan *fly ash*.

Pengujian durabilitas, yaitu ketahanan terhadap serangan asam sulfat dan penetrasi ion klorida dipilih untuk menguji efektifitas pengaplikasian larutan alkali. Hasil pengujian durabilitas membuktikan bahwa pengaplikasian larutan alkali pada permukaan beton HVFA dapat meningkatkan durabilitasnya. Variasi *w/c ratio* dan persentase penggunaan *fly ash* memiliki pengaruh terhadap efektifitas pengaplikasian larutan alkali.

Pada laporan tahun kedua ini, penelitian tentang peningkatan mutu beton *fly ash* sudah dilakukan dengan melakukan treatment terhadap beberapa tipe *fly ash* dengan aktivasi mekanis yaitu dengan di giling pada rod mill selama 8 jam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi peningkatan mutu beton HVFA dengan treatment ini.

Untuk pengujian durabilitas dengan larutan alkali dilakukan pembuatan beton dengan kualitas mutu yang lebih tinggi dibandingkan penelitian sebelumnya. Variabel penelitian ditambah dengan pengaruh dari lapisan geopolimer dalam upaya membandingkan peningkatan ketahanan beton untuk dapat meningkatkan durabilitas beton secara keseluruhan.

Hasil penelitian menunjukkan adanya pengaruh positif dari pengaplikasian selimut pelindung pada beton baik berupa larutan alkali maupun menggunakan lapisan geopolimer.

PRAKATA

Kami tim peneliti, pertama-tama mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi yang telah member kesempatan kepada kami untuk melakukan penelitian dalam skema penelitian hibah bersaing ini. Penelitian yang didukung oleh dana yang cukup akan memudahkan dan mempercepat peningkatan ilmu pengetahuan disamping meningkatkan daya saing bangsa.

Negara kita merupakan Negara maritim dimana banyak sekali struktur bangunan yang berada di daerah pesisir pantai mengalami kerusakan dini akibat korosi maupun serangan ion klorida dan asam. Penelitian kami mengenai peningkatan mutu permukaan beton untuk meningkatkan durabilitas beton merupakan penelitian yang sangat relevan dengan kebutuhan pengetahuan dalam bidang teknik sipil di Negara Indonesia. Metoda-metoda untuk meningkatkan durabilitas struktur bangunan perlu semakin diteliti agar dapat diperoleh penghematan Negara dengan infrastruktur yang lebih tahan lama.

Penelitian kami pada tahun pertama menitik beratkan pada adanya peningkatan mutu permukaan dengan aplikasi larutan alkali, dan tahun kedua adalah dengan meningkatkan mutu beton yang menggunakan fly ash yang diaktivasi secara mekanis serta mengevaluasi metoda aplikasi yang efektif termasuk campuran beton yang memiliki durabilitas yang lebih baik lagi.

Kami berharap agar hasil penelitian yang sudah kami lakukan dapat ditindak lanjuti dengan penelitian pengembangan berikutnya sehingga tujuan utama untuk mendapatkan struktur bangunan yang memiliki durabilitas tinggi dapat tercapai

Surabaya, 30 Oktober 2014

Ketua tim Peneliti

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	i
ABSTRAK	ii
PRAKATA	iii
DAFTAR ISI	iv
1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Khusus	2
1.3. Keutamaan (Urgensi) Penelitian	3
1.4. Target Temuan/Inovasi dan Penerapannya	5
2. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Beton Geopolimer	6
2.1.1. Material Penyusun Geopolimer	7
2.1.2. Proporsi dan Disain Campuran Beton Geopolimer	7
2.1.3. Durabilitas Beton Geopolimer	8
2.2. High Volume Fly Ash Concrete	10
2.2.1. Mix Design HVFAC	11
2.2.2. Durabilitas High Volume Fly Ash Concrete	13
2.3. Studi Pendahuluan	14
2.4. Pengujian Durabilitas Beton	16
2.4.1. Uji Permeabilitas Ion Klorida	16
2.4.2. Serangan Asam Sulfat	18
2.5. <i>Curing</i> pada beton	18
2.5.1. Steam Curing	19
2.6. Pengaruh Kualitas Fly Ash pada Beton	20
2.6.1. LOI	20
2.6.2. Kehalusan butiran	20
2.6.3. Kandungan Kalsium	20
2.7. Aktivasi Fly Ash	20
2.7.1. Chemical Activation	21
2.7.2. Mechanical Activation	22
3. METODE PENELITIAN	23
3.1. Rencana Penelitian	23

3.2.	Material.....	24
3.2.1.	Fly Ash	25
3.2.2.	Semen & Air.....	25
3.2.3.	Agregat Kasar	26
3.2.4.	Agregat Halus	26
3.2.5.	Admixture.....	26
3.2.6.	Larutan Alkali.....	26
3.2.7.	Coating Polimer	26
3.3.	Mix Design	26
3.3.1.	Pengujian Beton Segar	27
3.4.	Pengaplikasian Larutan Alkali.....	27
3.5.	Pengujian Durabilitas.....	27
3.5.1.	Uji Permeabilitas Ion Klorida.....	27
3.5.2.	Uji Ketahanan Sulfat	28
4.	HASIL PENGUJIAN DAN ANALISA.....	29
4.1.	Aktivasi Mekanis <i>Fly Ash</i> untuk Meningkatkan Mutu Beton .	29
4.1.1.	Komposisi Campuran Beton HVFA.....	31
4.1.2.	Proses Curing Beton	33
4.1.3.	Hasil Tes Tekan Beton	33
4.1.4.	Analisa Korelasi Variabel	36
4.2.	Analisa Durabilitas Beton.....	40
4.2.1.	Ketahanan Beton terhadap Asam Sulfat (H ₂ SO ₄) 10%	40
4.2.2.	Analisa Penetrasi Ion Klorida.....	42
5.	KESIMPULAN	45
	DAFTAR PUSTAKA	46
	LAMPIRAN.....	48
	Lampiran 1: Paper untuk Konferensi Asian Concrete Federation di Seoul, 21 September 2014.....	48